Untersuchungen

über

die Bewegung der Augen

beim Schreiben.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

der

medicinischen Facultät der Universität Rostock

vorgelegt

von

August Ahrens

aus Schlesin (Meckl.)

approb. Arzt, ehem. Assistenten der Universitäts-Augenklinik zu Rostock.

Rostock.

Carl Boldt'sche Hof-Buchdruckerei.

1891.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553607_0060

Die Frage, welche Bewegungen die Augen beim Schreiben machen, ist in der schulhygienischen Literatur der letzten zwanzig Jahre vielfach aufgeworfen und erörtert worden.

Ellinger (Wiener medicinische Wochenschrift, 1870 S. 753/756) war der Erste, welcher erkannte, dass die Haltung des Kindes beim Schreiben abhängig sei vom Auge. „Das (die skoliotische Haltung des schreibenden Kindes) ist aber nicht Unart, böse Angewöhnung, wie man so oft hört, aber auch entfernt nicht eine passive, durch allgemeine Ermüdung bedingte Deviation, wie bisher alle Schriftsteller über dieses Thema supponirten, — diese Verkrümmung ist nothwendige Folge der gegebenen optischen Bedingungen.“ Das Kind müsste bei vorschriftsgemäss rechts seitwärts liegendem Hefte den Kopf nach rechts drehen, um die das Augenpaar nach rechts unten drehenden, leicht ermüdenden Muskeln zu entlasten, und um beide Augen in gleiche Entfernung vom Buchstaben zu bringen, denn „niemand kann mit beiden gesunden Augen in ungleicher Entfernung deutlich sehen.“ Ausserdem sei eine Drehung des Kopfes um die Sagittalaxe nothwendig: „Niemand kann längere Zeit lesen oder schreiben, wenn nicht die Zeilen in Parallelismus mit einer durch die beiden Augen gezogenen Linie (Grundlinie) sich befinden.

Bei der Kopfhaltung, zu der wir oben gelangt sind, wird die Grundlinie mit den Zeilen sich kreuzen. Deswegen

dreht der Schreibende den Kopf so, dass das linke Auge nach rückwärts und tiefer, das rechte vorwärts und höher zu stehen kommt."

Derselbe wiederholt in seinem „Der ärztliche Landesschulinspector, ein Sachwalter unserer misshandelten Schuljugend" (Stuttgart 1877), dass er „stets das Auge als bewegendes Moment für die Körperhaltung und die Jagd nach einem Subsellien-Ideale als ein gedankenloses Haschen angesehen" und erklärt weiterhin, dass die Lehre von der normalen und krankhaften Function der Augenmuskeln der Angelpunkt der Schulgesundheitspflege ist."

Er verurtheilt die Rechtslage des Heftes, weil durch das anhaltende Sehen nach rechts unten „eine Ermüdung und mangelhafte Functionirung jenes zarten Muskels (des obern schrägen Augenmuskels) eintrete, selbst wenn der Schreibende durch Drehung des Kopfes und Krümmung der Wirbelsäule ihm zu Hülfe kommt".

Gross („Grundzüge der Schulgesundheitspflege", Nördlingen 1878) ist ebenfalls der Ansicht, dass beim Schreiben beide Augen gleiche Entfernung vom Fixationspunkt haben, und ihre Verbindungslinie parallel sei der Zeile. „Jeder Mensch, wenn er nicht einäugig ist oder schielt, sieht immer mit beiden Augen zugleich. Dazu gehört aber, dass der Punkt, auf den beide Augen gerichtet sind, jedesmal von beiden Augen gleichweit entfernt ist, und dass die Bewegung beider der Federspitze folgenden Augen, also auch die geschriebene Zeile parallel ist einer durch die Mitte beider Augen gehenden Linie. Andernfalls erfolgt eine unnatürliche, ermüdende, die Sehkraft schwächende Anstrengung der Augenmuskeln, sowohl der graden, welche dem Aug seine Richtung geben, als der schiefen, die das Aug um seine Axe drehen. Um der unnatürlichen Bewegung der Augen bei grade liegendem, dem Tisch parallelen Heft so gut als möglich zu entgehen, ist der Schüler zu der oben geschilderten schiefen Haltung gezwungen."

„Dagegen bei der Schieflage des Hefts vor der Mitte des Gesichts genügt eine leichte Neigung des Kopfes, um die naturgemässe Stellung und Bewegung beider Augen zu Stand zu bringen."

Ferner findet er, „dass bei aufrechter Schrift das Heft weniger schief gelegt werden muss, als bei liegender".

Auf Veranlassung eines Beschlusses der Aerztekammer von Mittelfranken vom 31. X. 1879 gab Schubert im folgenden Jahre dieser Körperschaft ein Gutachten ab „über den Einfluss der rechtsschiefen Schrift auf das Auge der Schulkinder (Bayr. Aerztl. Intelligenzblatt 1881, Nr. 6), in welchem die beim Schreiben nöthigen Bewegungen der Augen theoretisch erörtert werden.

Dieselben sind verschieden bei den vier in Betracht kommenden Heftlagen.

I. Bei grader Medianlage des Schreibhefts könne das Auge den Buchstaben leicht folgen. Die Excursion beträgt für eine Entfernung der Augen von der Federspitze von 26 cm, eine Buchstabengrösse von 1 cm $2^0\ 17'\ 40''$. Und im Verlauf der Zeile vom Anfang bis zur Mitte und von der Mitte bis zum Ende haben abwechselnd die Augen je eine Mehrdrehung von $1^0\ 6'\ 31''$ auszuführen. Aber die rechtsschiefe Schrift sei bei dieser Lage unausführbar.

II. Grade Rechtslage.

„Von der Form und Lage der Buchstaben an sich darf man auch in diesem Falle absehen. Die für ihre Betrachtung nöthige Augenbewegung (ihr Blickwinkel) wird immer kleiner, je weiter die Buchstaben vom Auge entfernt sind; wichtiger aber sind die Zeilen."

Für eine Seitwärtsrückung von 10 cm, einen Abstand von 25 cm, eine Zeilenlänge von 15 cm, eine Augendistanz von 6 cm wird die Rechtsdrechung der Augen berechnet:

	Beim Zeilenanfang:	Beim Zeilenende:	Excursion:
Rechtes Auge:	$15^0\ 38'\ 32''$	$41^0\ 20'\ 52''$	$25^0\ 42'\ 20''$
Linkes Auge:	$27^0\ 28'\ 26''$	$48^0\ 14'\ 23''$	$20^0\ 45'\ 57''$

Mithin werde vom rechten Auge eine stetige Mehrarbeit von $4^0\ 56'\ 23''$, von beiden Augen aber (bei grader Körperhaltung) maximale, zum Theil sogar unmögliche Arbeitsleistungen von den Rechtswendern des Blickpunktes verlangt.

Zur Vermeidung der Rechtsdrehung der Augen wird eine Rechtsdrehung des Kopfes, bezw. Rumpfes um $34^0\ 59'\ 31''$ erforderlich. Ferner befinde sich bei Rechtslage das rechte Auge dauernd näher der Schrift als das linke Auge; ein Unterschied, der durch Rechtsdrehung des Kopfes zwar theilweise, aber nicht völlig ausgeglichen würde, und daher zu stärkerer Accommodation des rechten Auges oder, da ungleiche Accommodation im gewöhnlichen Leben kaum vorkomme, zum Ausschluss des nicht genau eingestellten Auges, also zur monoculären Fixation führe.

III. Schiefe Rechtslage.

Zu den durch grade Rechtslage herbeigeführten Uebelständen treten noch die durch die schiefe Zeilenführung bedingten hinzu.

Da nämlich nach dem Listing-Donders'schen Gesetz jede diagonale Bewegung zugleich mit einer nach Richtung und Grösse bestimmten Raddrehung der Augen verknüpft sei, so müsse beim Verfolgen einer schräg von links unten nach rechts oben ansteigenden Zeile stets das rechte Auge entsprechend seiner stärkeren Rechtswendung eine stärkere Raddrehung ausführen. Die verticalen Meridiane sind daher in verschiedenem Grade nach rechts geneigt. Die Netzhäute liegen nicht mehr symmetrisch, die Bilder aller seitlich vom Fixationspunkt gelegenen Objecte decken sich nur theilweise, so entstehen Zerstreuungskreise im ganzen peripheren Gesichtsfeld.

„Auch der Schüler wird den bergansteigenden Zeilen seines seitwärts und schräg gelegten Heftes nicht lange unter so ungünstigen Bedingungen folgen; er wird den Kopf nach der linken Schulter neigen, bis die Verbindungslinie der Drehpunkte beider Augen (Basallinie) parallel zur Zeilenrichtung zu liegen kommt."

Wird das Kind durch den Lehrer gehindert, den Kopf zur Seite zu neigen, so wird es durch das unbehagliche Gefühl der das Sehen trübenden Zerstreuungskreise im peripheren Theil des Gesichtsfeldes veranlasst, die binoculäre Fixation aufzugeben.

IV. Schiefe Medianlage.

„Ueber die Folgen dieser Haltung bleibt nichts Neues zu sagen, weil die Medianlage sub I, die Schieflage sub III besprochen wurde.“ Sie erfordere eine Linksneigung des Kopfes, um den Parallelismus zwischen Zeile und Basallinie herzustellen.

In weiteren Aufsätzen (Bayr. ärztl. Intelligenzblatt 1882) versuchte Schubert den Nachweis zu führen, dass durch die asymmetrische Heftlage die Anisometropie entstehen könne. In dem ersten, theoretischen, hier in Betracht zu ziehenden Theile kommt er zu dem Schluss, dass in ungleichgradiger Accommodation der Grund zur Anisometropie nicht gesucht werden darf, wohl aber in dem durch die äussern Augenmuskeln hervorgebrachten Druck. Seitlicher Druck auf den Bulbus führt zu Axenverlängerung desselben. Auf das rechte Auge wirkt bei Rechtslage des Hefts ein stärkerer Druck ein als auf das linke Auge. Beide Augen empfangen dieselben Bewegungsimpulse im Sinne der Rechtswendung und der Convergenz. Beim linken Auge betreffen beide den rectus internus, sie summiren sich und treten als stärkere Rechtswendung in Erscheinung. Beim rechten Auge trifft ein Impuls den rectus internus, der andere, stärkere, den rectus externus; in Bezug auf die Wendung des Bulbus kommt nur der Ueberschuss der Externus-Contraction zur Geltung; die Contraction des rectus internus und der ihr Widerpart haltende Theil der rectus externus-Contraction bewirken eine Drucksteigerung in dem zwischen den beiden activ gespannten Muskeln eingeklemmten Bulbus.

Schiefe Medianlage habe eine Neigung des Kopfes zur Folge, derart, dass die Basallinie annähernd parallel ge-

stellt wird zur Zeilenrichtung. Daher sei das linke Auge stärkerer Blutüberfüllung (durch Compression der grossen Halsvene) und somit stärkerer Myopie ausgesetzt.

Auf die Schubert'schen Untersuchungen stützt sich Gross, indem er in der gleichnamigen Broschüre „die rechtsschiefe Schreibweise als Hauptursache der Skoliose und der Myopie" (Stuttgart 1881) erklärt. In Bezug auf Stellung und Bewegung der Augen macht er noch folgende Angaben: „Die Rechtsdrehung des Kopfes und Rumpfes bei rechtsschiefer Schrift hat ausser dem Bewegungsmechanismus und der Accommodation beider Augen und der lästigen Richtung des Blicks des linken Auges hart über den Nasenrücken hinweg noch einen weitern Grund:

Bei grader Kopfhaltung und rechts liegendem Hefte sind die Netzhautbilder des der Schrift näheren rechten Auges grösser als die des linken. Die verwirrende Incongruenz der Bilder sucht der Schreibende dadurch zu vermeiden, dass er durch Kopfdrehung die Augen in gleicher Entfernung von der Schrift bringt. Ferner führe „auch das künstliche Verhältniss der Höhe der kurzen und der langen Buchstaben zu einer ganz besonderen Art von Körperhaltung. Der Schüler, um die Spitzen seiner langen Buchstaben in die gleiche Linie zu bringen, dreht seinen Kopf so, dass er zielend über die Spitzen der Buchstaben hinwegsieht". Parallelismus zwischen Grundlinie und Zeile hält er für erforderlich.

Daiber („Körperhaltung und Schule", Stuttgart 1881) meint, „dass die Körperhaltung nicht in erster Linie Folge ist gegebener optischer Bedingungen, sondern, dass hierbei andre Ursachen mitwirken müssen. Sonst müsste der Schüler bei irgend einer Haltung, die er einnimmt, wenigstens den optischen Anforderungen gerecht werden. Thatsache ist aber, dass dies nicht geschieht," vielmehr „leiste der Schüler in betreff der Augenstellung oft das Widersinnigste, fast unmöglich Scheinende; es finden sich

Stellungen vor, die den Gesetzen des Sehens geradezu Hohn sprechen".

Den Ellinger'schen Behauptungen von der Nothwendigkeit gleicher Entfernung beider Augen vom Fixirpunkte und des Parallelismus zwischen Grundlinie und Zeile giebt er nur bedingte Zustimmung. Die Beobachtung zeige, dass diese Nothwendigkeiten keine absoluten seien. Beim Lesen sei allerdings dieser Parallelismus erforderlich. „Anders verhält es sich beim Schreiben: Hier geschieht die Bewegung des Auges viel langsamer und letzteres hat Zeit, die einzelnen Formen auch bei ungünstiger Lage zu fixiren." „Immerhin ist der Parellelismus der Schriftlinien mit der Augenaxe normal; nicht minder aber eine Winkelstellung derselben von 90°." Dass aber auch eine schiefe Richtung der Formen zulässig, sei durch Hervorbringungen der Natur und der Kunst bewiesen.

Einen besonderen Standpunkt nimmt Weber ein („Ueber Augenuntersuchungen in den höheren Schulen zu Darmstadt", 1881). Nach ihm ist die Thätigkeit der Augen im Wesentlichen ein binoculäres Visiren auf die herzustellenden Schriftlinien.

„Das eigentliche Sehobject bilden nicht der Buchstabe und dessen Striche, auch nicht die schreibende Spitze, sondern die Interstitien zwischen dieser und den vorgezeichneten Linien, und insoweit ist die Augenarbeit nicht blos ein Fixir-, sondern ein Visiract. Nun ist erstes Erforderniss bei einigermassen genauem Visiren, mit 2 Augen, dass die die beiden Visirpunkte verbindende Linie senkrecht auf die Verbindungslinie beider Augencentren falle.

Da nun die Strichelemente unserer jetzt gebräuchlichen deutschen Schreibeschrift diagonal von links unten nach rechts oben verlaufen, so wird die Aufgabe, diese herzustellen, sicher am besten gelöst, wenn die sagittale Durchschnittsebene des Kopfes, als senkrecht auf der Verbindungslinie beider Augencentren stehend, in dieselbe

Linie gebracht wird, und so beide Augen beim Aufstrich die schreibende Spitze nach dem Zielpunkt, beim Niederstrich den Zielpunkt nach der Spitze visiren können. — Und diese Stellung nehmen in der That bei sorgfältigem Schreiben die Kinder ein: sie neigen den Kopf nicht, wie man sagt, zur linken Seite, sondern, um die senkrechte Visirlinie mit der Richtung der Striche coincidiren zu lassen, neigen sie die Stirne nach rechts abwärts und schauen mit einer Blickerhebung von ca. 30°, genau wie beim Zielen mit einer Büchse, in der Richtung des Federzugs, um nur für den Augenblick des Zeilenwechsels den Kopf in die verlängerte Körperaxe zurückzuführen".

„Die Erhebung des Blicks über die horizontale Visirebene, welche zur Immobilisirung des Bulbus nothwendig wird, verlangt die dauernde Beanspruchung von Muskeln, welche für gewöhnlich nur zu ganz vorübergehenden Contractionen benutzt werden. Und nicht blos den Stellung gebenden Augenmuskeln gehen hierbei Contractionsimpulse zu, sondern, da eine vollständige Immobilisirung des Bulbus bezweckt wird, auch allen Antagonisten."

Mayer („Untersuchungen über die Anfänge der Wirbelsäulenverkrümmungen der Kinder, sowie über den Einfluss der Schreibweise auf dieselben", Bayr. ärztl. Intelligenzblatt 1882, Nr. 28) beruft sich auf die Schubertschen Untersuchungen.

Die Ansicht von der Nothwendigkeit des Parallelismus zwischen Zeile und Grundlinie erhielt Bestätigung durch den Rapport der Commission de l'hygiène de la vue, erstattet von Dr. Gariel 1881.

„Quand on fait écrire des caractères penchés en tenant le cahier devant soi, mais encliné à gauche, ce qui est la position naturelle de l'adulte, l'élève penche la tête à gauche pour mettre la ligne qui joint ses deux yeux dans un même plan avec la ligne d'écriture, et il en résulte la scoliose à concavité gauche."

„Enfin la position généralement adoptée dans les écoles des Paris: „cahier à droite, à peu près parallèle au bord de la table, coude gauche avancé sur la table“ est la plus mauvaise de toutes: L'enfant est obligé de tourner la tête à droite surtout pour la fin des lignes; il faut, qu'il la penche à gauche au même temps, pour chercher à mettre la ligne de jonction des yeux dans un même plan avec la ligne d'écriture“.

Zu ganz andern, von den früheren, ausgenommen die fast gleichzeitigen Weber'schen, abweichenden Ergebnissen führten die Untersuchungen Berlins und Rembolds („Untersuchungen über den Einfluss des Schreibens auf Augen und Körperhaltung des Schulkindes. Bericht an die zur Begutachtung dieses Gegenstandes niedergesetzte Kommission“, Stuttgart 1882).

Durch Beobachtungen schreibender Kinder fanden sie, dass sowohl bei schiefer Medianlage als bei Rechtslage des Schreibhefts ein Parallelismus zwischen Grundlinie und Zeile nicht besteht, dass vielmehr die Grundlinie, auf das Heft projicirt, stets einen beträchtlichen Winkel mit der Zeile bildete, so zwar, dass die Grundlinie die Zeile an derjenigen Stelle, an welcher sich grade die Federspitze befand, in der Richtung von links oben nach rechts unten kreuzte. „Diese Constanz in dem Verhältnisse der Grundlinie zur Zeile ist eine so frappirende, dass sich uns unwillkürlich die Frage aufdrängt: was für ein Gesetz ist es, welches der Grundlinie ihre Richtung vorschreibt?“ „Wenn wir während des Schreibens von hinten und oben neben dem Kopfe des Kindes vorbei visirten und dabei mit einem Lineal wieder die Richtung der Grundlinie, mit einem andern die Richtung der Grundstriche markirten, so sahen wir, dass diese letzteren mit geringen Ausnahmen so gezogen wurden, dass sie mit der bis zur Federspitze vorgerückt gedachten Grundlinie einen Winkel von etwa 90° bildeten.“

Dies vorläufige Ergebniss wurde bestätigt durch genauere Messungen, welche folgendermassen ausgeführt wurden:

Der um seine Längsaxe drehbare Arm eines in seinem Charniergelenk geöffneten Zirkels wurde durch einen Beobachter in der Richtung der zuletzt gezogenen Grundstriche auf das Heft gelegt, dann der andere Arm durch Rotation um den festliegenden soweit aufgerichtet, bis er von vorne gesehen der Richtung der Grundlinie parallel war. Er bildete dann mit der Tischplatte einen nach rechts offenen Winkel (GE∢-Winkel, welchen die Grundlinie mit der Ebene des Tisches bildet), welcher bei 304 Einzelmessungen etwa 11° betrug. Dann wurde der von vorn gesehen der Grundlinie parallele Arm des Zirkels auch für den zweiten Beobachter, der hinter und über dem Schreibenden dessen Grundlinie durch ein über dem Kopfe des letzteren seinen Ohrmuschelrändern parallel gehaltenes Lineal markirte, diesem durch Bewegung im Charniergelenk parallel gestellt. Der nun durch die Zirkelarme eingeschlossene Winkel ist der Grundstrich-Grundlinien-Winkel GG∢, d. h. der Winkel, den der Grundstrich mit der bis zur Federspitze vorgerückt gedachten Grundlinie bildet.

Auf diese Weise wurde der GG∢ an 371 schreibenden Schülern bestimmt.

Bei diesen 371 Messungen bewegte sich die Winkelgrösse in 346 Fällen zwischen 58° und 112°, und zwar in 64% der Fälle zwischen 85° und 95° und in 26% zwischen 75° und 85°.

Die Durchschnittsgrösse war 85½°.

Die 25 Ausnahmefälle theilten sich in 2 Gruppen: Bei der ersten, 18 Fälle umfassenden, mit einem 90° beträchtlich überschreitenden GG∢ Werth waren die Haarstriche zu der Grundlinie senkrecht, bei der andern, 7 Fälle zählenden Gruppe mit einem GG∢ von nur 50 bis 70° bestand Parallelismus zwischen Haarstrich und Grundlinie.

Berlin-Rembold schliessen daraus, „dass die Augenbewegungen der in der Ausführung der Buchstaben begriffenen Hand innerhalb der angeführten Bahnen gefolgt sind, und sagen darum: in 93 % unserer Fälle visirten die Schreibenden auf die Grundstriche und zwar senkrecht zur Grundlinie, in 7 % visirten sie auf die Haarstriche, und zwar in 5 % senkrecht zur Grundlinie, in 2 % parallel zur Grundlinie."

In der Bevorzugung der senkrechten und der horizontalen Richtung erblicken Berlin-Rembold einen Ausfluss des Wundt'schen Gesetzes über die Formen der Blickbahnen: „Dies Gesetz zwingt die ungeübte Hand des Kindes, mit dem darstellenden Stifte den unsichtbar durch sie (die anatomisch praeformirten Augenbewegungen) vorgezeichneten Bahnen zu folgen." Bei ungünstiger Heftlage muss das Kind, um die annähernd verticale Richtung der Grundstriche zur Grundlinie einzuhalten, Kopf und Rumpf drehen, „es wird durch diese erzwungene Haltung skoliotisch, es wird in Folge der Rumpfmuskelermüdung kurzsichtig — aber das Augenbewegungsgesetz bleibt in seinem starren Recht."

Durch geringe Schwankungen des GG$\times$ um die Grösse von 90° herum würde das Princip der senkrechten Richtung des Grundstrichs zur Grundlinie nicht verletzt. Der Spielraum dieser Schwankungen wird als Sagittalzone bezeichnet. Wenn der Durchschnitt des GG$\times$ kleiner sei als 90° (um 4,5°), so sei dies vielleicht darauf zurückzuführen, dass derjenige, welcher in Rechtslage des Hefts zu schreiben gelernt habe, wegen der grossen Schwierigkeit, hierbei die Grundstriche in die Mitte der Sagittalzone zu bringen, sich häufig damit begnüge, sie in der rechten Hälfte derselben zu haben.

Bei vielen Erwachsenen sei das Zusammenfallen der Grundstriche mit der Sagittalzone nicht mit derjenigen durchschnittlichen Präcision nachzuweisen, wie bei Kindern, welche das Schreiben erst erlernen, immer aber behielten

die grossen und langen Buchstaben, als die bleibenden Leitfäden des binoculären Sehactes, die gesetzmässige Richtung zur Grundlinie bei.

Die Lage der Visirebene beim Schreiben fanden Berlin-Rembold, im Gegensatz zu Weber, unterhalb der Horizontalen, und zwar im Durchschnitt um 20,3° unterhalb derselben. Das innerhalb der Visirebene in der Mitte der Grundlinie errichtete Perpendikel trifft auf den letztgeschriebenen Buchstaben. „Die Entfernung beider Augen von der Federspitze war bei der überwiegenden Mehrzahl der schreibenden Kinder gleich gross. Der Unterschied in den Ausnahmefällen war so minimal, dass er eine Berücksichtigung nicht erheischte."

Es folgt also der Schreibende der Zeile nicht mittelst Augenbewegungen, sondern mittelst Kopfbewegungen.

Die Berlin-Rembold'schen Schlüsse wurden anerkannt in den ärztlichen Gutachten über das Elementarschulwesen und über das höhere Schulwesen Elsass-Lothringens 1882.

Dagegen wendete sich mit grosser Heftigkeit Schubert („Ueber den heutigen Stand der Schiefschriftfrage", Berl. klin. Wochenschrift 1884, Nr. 44).

Nachdem er wiederholt die Annahme betont, dass der Berlin-Rembold'sche Fund der Ueberkreuzung zwischen Zeile und Grundlinie wohl nur bei Heftrechtslagen gemacht sei — eine Annahme, deren Nichtberechtigung Berlin in einer Gegenschrift („Dr. Schubert und die Schiefschriftfrage", Berl. klin. Wochenschrift 1885, Nr. 21) nachweist — giebt er die Thatsache, dass bei Rechtslage die Grundlinie die Zeile von links oben nach rechts unten kreuzt und mit den Grundstrichen ungefähr einen rechten Winkel bildet, zu, sucht aber eine andere Erklärung für dieselbe. Die Grundstriche würden (aus Gründen der Physiologie der Handbewegungen) stets so gezogen, dass sie die Richtung auf die Medianlinie des Körpers hätten, und ständen daher ungefähr senkrecht auf der Grundlinie,

weil der gesenkte Kopf bei der Drehung nach rechts zugleich gezwungen sei, eine Neigung nach rechts zu machen aus Gründen der Physiologie der Kopfbewegungen. Der hierfür beigebrachte Beweis wurde von Berlin („Dr. Schubert und die Schiefschriftfrage") auf einen stereometrischen Irrthum zurückgeführt.

Berlin berichtete in der Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft zu Heidelberg im Jahre 1885 über dreizehn linkshändige Handschriften, bei deren Anfertigung das Verhältniss der Grundlinie zu den Strichelementen gemessen war. Bei 7 Personen fielen die Grundstriche in die Sagittalzone (GG $\measuredangle$ $87^0 - 95^0$), bei 2 fielen die Grundstriche in die Visirebene, bei einem die Haarstriche in die Visirebene. In den 3 übrigen Fällen war der GG $\measuredangle$ 58^0, $63{,}5^0$, 67^0. In diesen 3 Fällen aber lag eine Unmöglichkeit vor, die Grundstriche in die Sagittalzone zu bringen. Das Heft linksliegend, den Rumpf nach links gedreht, die Zeilenrichtung von links oben nach rechts unten absteigend, um die Grundlinie senkrecht zu den rechtsschiefen Grundstrichen zu stellen, hätte der Kopf eine Rechtsneigung von 75^0 machen müssen.

Zwei Jahre später veröffentlichte Schubert, um die Vorzüge der Steilschrift zu beweisen, einen grösseren Aufsatz („Ueber die Haltung des Kopfes beim Schreiben". Gräfes Archiv 32[1]) in welchem er sich auf eine grosse Anzahl von Untersuchungen über Stellung und Bewegung der Augen beim Schreiben stützt.

Bei seinen Messungen bediente er sich, um die Stellung der Augengrundlinie zu markiren, eines Brillengestells, dessen nach hinten verlängerte Arme durch einen Querstab verbunden waren: das Grundlinienstäbchen.

Die Lage desselben wurde bestimmt durch die Messung zweier Winkel: des Winkels, welchen das Grundlinienstäbchen mit der Horizontalebene bildet, und welcher als $\measuredangle$ v bezeichnet wird, und des Winkels, welchen die senk-

rechte Projection des Grundlinienstäbchens auf die Schreibebene mit dem Pultrand bildet, und welcher als ∢h bezeichnet wird. Zur Messung diente ein Lineal, welches mit Wasserwaage versehen war und an jedem Ende einen graduirten Kreisbogen trug, dessen Mittelpunkt im Lineal lag.

∢v wurde gemessen, indem der Beobachter das Lineal innerhalb der Verticalebene des Grundlinienstäbchens horizontal und so hielt, dass das Grundlinienstäbchen durch den Kreisbogen-Mittelpunkt geht. v wird als positiv bezeichnet, wenn das rechte, als negativ, wenn das linke Ende des Grundlinienstäbchens höher stand.

Der Winkel h wurde so bestimmt, dass der Untersuchende von oben herabvisirend das Lineal bei horizontaler Lage des Kreisbogens dem Tischrande parallel stellte und das Grundlinienstäbchen durch den Mittelpunkt des Kreisbogens gehen liess. ∢h wurde als positiv bezeichnet, wenn das rechte, als negativ, wenn das linke Ende nach vorn abwich.

Die erhaltenen Werthe waren:

für grade Medianlage, Durchschnitt von 400 Messungen:

$$\sphericalangle v = +2{,}8^0 \quad \sphericalangle h = -4^0$$

für schiefe Medianlage, Durchschnitt von 543 Messungen:

$$\sphericalangle v = +7{,}9^0 \quad \sphericalangle h = -0{,}7^0$$

für willkürliche Heftlage, Durchschnitt von 258 Messungen:

$$\sphericalangle v = +9{,}0^0 \quad \sphericalangle h = -13{,}9^0.$$

Geringe Abweichung (∢v zwischen $+5$ und -5^0) fand sich bei grader Medianlage in 57,25%
bei schiefer Medianlage in 38,28%.

Darauf hin wird der Werth des ∢v, die seitliche Neigung der Grundlinie, abhängig gemacht vom Zeilenverlauf.

Bei grader Medianlage ist $h = -4^0$; da Zeile und Pultrand parallel sind, ist also auch der Winkel zwischen Zeile und Grundlinienprojection $= 4^0$; $v = +2{,}8^0$.

Bei schiefer Medianlage ist $h = -0{,}7^0$.

Da der Zeilenpultrandwinkel = 30° war, so ist auch der Winkel zwischen Zeile und Grundlinienprojection = ca. 30°; v = 7,9°.

Bei willkürlicher Heftlage, bei welcher mehr oder minder geneigte Rechtslage vorherrschte, betrug der h-Durchschnitt 13,9°, der Zeilenpultrandwinkeldurchschnitt 17,7°, also der Winkel zwischen Zeile und Grundlinienprojection = 31,6°; v = 9,0°.

Bei 41 mit starker Heftdrehung (von über 20°) combinirten Rechtslagen war v durchschnittlich — 12,7°.

Es zeigte sich also, „dass die Basallinie eine um so stärkere Linksneigung erfährt, je grösser der Winkel zwischen Grundlinienprojection und Zeile ist".

Diese Erscheinung finde ihre Erklärung in dem Streben des Schreibenden, die Zeile in die Visirebene (als eine der bequemen Blickbahnen) zu bringen, oder wenigstens den Winkel zwischen beiden möglichst zu verkleinern. Denn die entstehende Zeile werde mit dem Blick verfolgt. Um letzteres zu beweisen, wurde ein in Grade getheilter Halbkreis vorn an der Brille befestigt, der Durchmesser parallel der Grundlinie, der Kreismittelpunkt auf dem Nasenrücken gelegen. Der Untersucher visirt von vorn und unten her über die Federspitze nach dem Kreiscentrum auf der Nasenwurzel und liest auf dem ein wenig nach unten geklappten Halbkreis ab, ob die Verbindungslinie der Federspitze mit dem Kreiscentrum über die Mitte der Kreiseintheilung geht, also die Federspitze in der Sagittalebene liegt, oder um wie viel Grad sie nach rechts oder links abweicht. Dieser Winkel wird als Augenwendungswinkel bezeichnet und als positiv, wenn der Fixationspunkt rechts, als negativ, wenn der Fixationspunkt links von der Sagittalebene liegt.

Der Augenwendungswinkel, an 93 Kindern beim Schreiben je eines Wortes gemessen, war bei grader Medianlage zwischen — 10 und + 20° schwankend,

45 mal = 0, im Durchschnitt = — 0,5°; bei schiefer Medianlage zwischen — 15 und + 20° schwankend, 57 mal = 0, im Durchschnitt = + 1,9°;
bei grader Rechtslage 6 mal = 0, im Durchschnitt = + 11°
bei schiefer Rechtslage 9 mal = 0, im Durchschnitt = + 10,4°

In einer zweiten Versuchsreihe wurde bei 101 Kindern bestimmt, um wie viel beim Schreiben einer Zeile der Augenwendungswinkel vom Anfang bis zum Ende der Zeile wächst.

Die (willkürliche) Heftlage war dabei meist eine der Medianlage sehr nahe Rechtslage, in etwa 1/3 der Fälle eine stärker ausgeprägte Rechtslage.

Der Augenwendungswinkel war durchschnittlich am Anfang der Zeile = + 1,2°, am Ende der Zeile = + 14°.

„Es bleibt also beim Schreiben einer Zeile die Sagittalebene durchschnittlich 13° hinter dem fortschreitenden Fixationspunkt zurück, der Rest muss mit blosser Augenbewegung ausgeführt werden."

Es wird nun nachgewiesen, dass durch Neigung der Grundlinie nach links die Zeile in die Visirebene aufgenommen, bezw. der Winkel zwischen Zeile und Visirebenenschnittlinie verkleinert werden könne, und berechnet, wie gross die Linksneigung sein müsse, um ersteres zu erreichen. Es wurde gefunden, dass die nöthige Kopfneigung grösser sei, als dass sie bequem ausgeführt werden könnte, z. B. bei einem nicht extremen Falle müsste v = 42½° sein.

In Wirklichkeit werde daher nur eine Annäherung der Visirebene an die Zeile erreicht. Demnach sei die frühere Behauptung vom Parallelismus zwischen Grundlinie und Zeile dahin abzuändern, dass der Schreibende die Tendenz hat, die Zeile in die Grundlinie aufzunehmen, dass er aber für gewöhnlich wegen der Unmöglichkeit, dies Ziel zu erreichen, mit einer Annäherung an dasselbe sich begnüge.

Dass die Tendenz vorhanden sei, werde durch die Regelmässigkeit der Linksneigung der Basallinie bewiesen.

Es folgt eine Betrachtung des ∢ h, der Drehung des Kopfes in der Horizontalebene. Seine Grösse wird abhängig gefunden von dem Grade der Seitenlage, mit welchem sie wächst. Der Zweck der Kopfdrehung ist, den seitlich gelegenen Gegenstand in die Sagittalebene zu bringen, damit beide Augen gleich weit vom Object entfernt seien. Diese Kopfdrehung wurde auch beim blossen Schauen nach seitlich gelegenen Gegenständen gefunden, ist also nicht abhängig vom Schreibact, doch blieb bei Versuchen dieser Art die Grundlinie stets horizontal (∢ v = 0).

Aus diesem Verhalten folgert Schubert, dass die Neigung der Basallinie ihren Grund im Schreibact selber habe und zwar in dem Bestreben, die Zeile möglichst in die Visirebene zu bringen.

Eine gesetzmässige Beziehung zwischen Grundlinie und Grundstrich soll dagegen nicht bestehen.

Der Grundstrich-Grundlinienwinkel wurde in 994 Fällen berechnet aus den Winkeln v, h, γ.

γ ist der Winkel, welchen der Grundstrich mit dem innerhalb der Schreibebene auf dem Pultrand errichteten Perpendikel bildet. Er wird als positiv bezeichnet, wenn er nach rechts offen ist. Er wurde bei schiefer Medianlage im Durchschnitt $= + 6{,}8^0$ gefunden, schwankte aber zwischen $- 20$ und $+ 25^0$.

Der GG∢ wurde bei grader Medianlage durchschnittlich etwas grösser, bei schiefer Medianlage und bei willkürlicher Heftlage etwas kleiner als 90^0 gefunden. Das Mittel bei den 994 Messungen betrug 88^0. Der Werth des Winkels schwankte zwischen 55^0 und 120^0. Zwischen 70^0 und 105^0 lagen 92,8% aller GG Winkel.

Zu ähnlichen Zahlen gelangte Schubert, wenn er den GG Winkel auf andere Weise berechnete.

Um den Winkel zwischen Sagittalebenenschnittlinie

und Grundstrich zu messen, wurde die Sagittalebene markirt durch zwei im Winkel zusammenstossende Stäbchen, welche mit dem Scheitel auf dem Brillengestell über der Nasenwurzel so befestigt wurden, dass beide in der Sagittalebene lagen. Beim Schreiben wurde von oben her über beide Stäbchen nach dem Papier hinvisirt. Damit war die Schnittlinie zwischen Sagittalebene und Schreibebene gegeben. Sie wurde auf dem Papier bezeichnet. Sie traf selten den letztgeschriebenen Buchstaben, lag meist $^1/_4$ bis $^3/_4$ Zeilenlänge nach links von demselben.

Aus dem Winkel zwischen Grundstrich und Sagittalebenenschnittlinie wurde mit Hülfe des Sagittalebenenneigungswinkels der Grundstrich-Sagittalebenenwinkel berechnet, welcher dem G G Winkel complementär ist. Der Winkel schwankte zwischen -15^0 und $+35^0$, der Durchschnitt war $+8{,}5^0$, 93% der Winkel lagen zwischen -5 und $+30$.

Nach beiden Methoden also fand Schubert für den G G Winkel einen Spielraum von 35^0 (nach Abrechnung von 7% extremer Fälle). So grosse Schwankungen sind nach Schubert zu bedeutend, als dass man von einer gesetzmässigen rechtwinkligen Kreuzung zwischen Grundstrich und Grundlinie sprechen könne.

Es wird zugegeben, dass das Schreiben lernende Kind jedem Federstrich mit den Augen folgt. Für Kinder mittleren Alters wird die Augenbewegung für 1 cm lange und längere Grundstriche nachgewiesen durch die beobachtete Verschiebung des Hornhautrandes gegen das Spiegelbild eines vor dem Schreibenden liegenden Systems abwechselnd weisser und schwarzer Streifen. Aber beherrscht werde der Schreibact von diesen Bewegungen nicht.

Die Berlin-Rembold'sche These, dass die Herstellung der von diesen Augenbewegungen begleiteten Grundstriche unter dem Zwange des Wundt-Lamansky-schen Gesetzes geschähe, sei nicht annehmbar; direct

widerlegt werde sie dadurch, dass man schreibenden Kindern den Kopf in eine andere Stellung drücken könne, ohne dass danach den Grundstrichen eine andere Richtung gegeben werde, als sie vorher hatten.

Der Umstand, dass der G G ∢ sich mehr oder weniger einem Rechten nähere, sei nicht dem Wundt-Lamansky-schen Gesetz zuzuschreiben. Auch ohne Geltung desselben müsste das Verhalten ein ähnliches sein. Denn die Grundstriche würden, aus Gründen der Physiologie der Handbewegungen, stets zur Körpermitte gezogen, die Augen aber würden, um ungleiche Entfernung vom Buchstaben zu vermeiden, diesem zugewendet. Daraus resultire eine ungefähr senkrechte Richtung der Grundstriche zur Grundlinie.

Der Antheil, welchen das Wundt-Lamansky'sche Gesetz an dieser Stellung habe, sei daher schwer zu bemessen.

Ueberdies sei auch für den Fall, dass der G G ∢ (vorausgesetzt, dass darunter der Winkel zwischen Grundstrich und projicirter Grundlinie verstanden werde) stets $= 90^0$ sei, damit die Lage der Grundlinie im Raume keineswegs bestimmt.

Das Wundt-Lamansky'sche Gesetz sei vielmehr auf die dem Zeilenverfolg geltenden Augenbewegungen anzuwenden, welche weit ausgiebiger seien, als die den Grundstrich begleitenden. Der Einfluss jenes Gesetzes documentire sich in der Linksneigung der Basallinie zum Zweck der Verkleinerung des Zeilen-Grundlinienwinkels.

Mayer, welcher in seiner letzten Schrift („Die Lage des Heftes beim Schreiben", 1888) ein zusammenfassendes Bild der „Schiefschriftfrage" giebt, schliesst sich bezüglich der Rolle, welche das Auge beim Schreiben übernimmt, im Ganzen den Schubert'schen Ansichten an und bestätigt einige von dessen Funden durch eigene Untersuchungen. So fand auch er den Winkel v grösser bei schräger und willkürlicher Heftlage als bei grader

Medianlage; nämlich im Durchschnitt von ca. 75 Messungen

bei grader Medianlage . . . . . v = 2,12°
„ schräger „ . . . . . = 4,75°
„ willkürlicher Heftlage . . . . = 5,75°

Bei der Messung des Augenwendungswinkels kam er ebenfalls zu dem Ergebniss, dass im Verlauf der Zeile die Sagittalebene hinter dem Fixirpunkt zurückbleibt, mithin die Augen der Zeile folgen. Er kommt zu dem Schluss, dass beim Schreibact ein Compromiss zwischen den Forderungen der Hand und denen des Auges stattfände. „Das Schreiben ist eine gemeinschaftliche Arbeit der rechten obern Extremität und der Augen. Beide Factoren unterliegen dabei keinerlei absolut starren Gesetzen, sondern der Spielraum, in dem sie die Schreibarbeit leisten können, ist ein grosser. Grösser noch als von Hand und Arm ist der der Augen, und naturgemäss wird der beweglichere Theil sich öfters nach dem immobileren richten als umgekehrt".

Auch Daiber („Die Schreib- und Körperhaltungsfrage", 1889) erklärt sich gegen die Herrschaft des Grundstrich-Grundlinienverhältnisses.

Gleichwohl sei diese Senkrechtstellung wünschenswerth, doch dürfe sie nicht erstrebt werden durch Schieflegen des Heftes, denn „hierbei kommt die Grundlinie der Augen in Winkelstellung zur Zeile, was immerhin als bedenklich anzusehen ist, da gemäss der Aufrechtstellung und symmetrischen Gliederung des menschlichen Körpers die Parallelstellung zwischen Grundlinie und Zeile ebenso naturgemäss erscheinen muss, als die Senkrechtstellung zwischen Grundlinie und Grundstrich".

Eigene Versuche.

Die nachfolgenden Versuche beziehen sich I. auf die Stellung der Grundlinie zur Zeile und zum Grundstrich und II. auf die Bewegungen, mit welchen die Augen die Grundstriche begleiten.

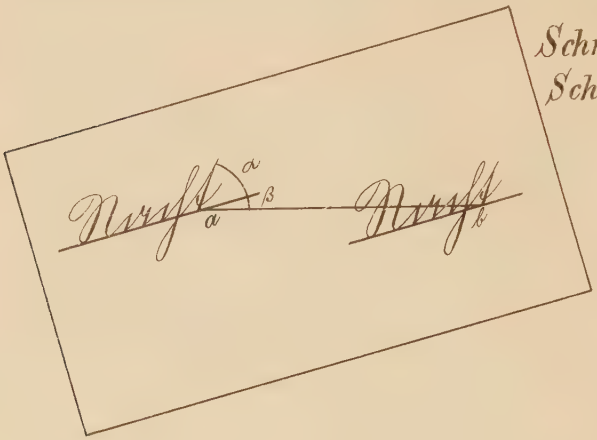
I.

Bei den Untersuchungen über die Beziehungen der Grundlinie zu Grundstrich und Zeile wurde eine Methode angewandt, welche Herr Professor Berlin gelegentlich eines Vortrags vor der Naturforschenden Gesellschaft zu Rostock am 7. Februar 1891 angab. Dieselbe vermeidet die Fehlerquellen der früheren diesbezüglichen Messungen, die in der Complicirtheit der Methoden, den zufälligen Bewegungen des Schreibenden und den Störungen liegen, denen die Unbefangenheit des Letzteren durch die Messvorrichtungen und Massnahmen ausgesetzt ist, und bietet zugleich durch ihre Einfachheit den Vortheil, dass sie von jedem leicht an sich selbst oder irgend einem Erwachsenen nachgeprüft werden kann.

Sie benutzt die beim willkürlichen Schielen auftretenden Doppelbilder. Beim willkürlichen Auswärts- oder Einwärtsschielen liegen die Doppelbilder in der Visirebene. Bei unseren Versuchen wurde nur das Auswärtsschielen angewandt.

Wenn man beim Schreiben das nicht fixirte Bild eines bei Divergenz der Augen betrachteten Punktes mittelst der Feder auf dem Papier markirt und diesen Punkt mit dem correspondirenden Punkte des anderen Bildes verbindet, so stellt diese Linie die Schnittlinie zwischen Visirebene und Schreibebene dar, d. h. also die innerhalb der Visirebene und die Schreibfläche projicirte Grundlinie.

Die Versuchsperson schreibt beispielsweise ein Wort, lässt dann, ohne Kopf- und Körperstellung zu verändern, die Augen divergiren und sieht dann das geschriebene Wort in gekreuzten Doppelbildern; darauf bezeichnet sie in dem Schein-, d. h. nicht fixirten Bilde die Stelle, an welcher der letzte Grundstrich die Zeile berührt, bezw. (bei langen Buchstaben) schneidet, durch einen Punkt. (S. die nachstehende Figur.)



Schrägliegendes Schreibpapier.

Pultrand.

Jst a der Endpunkt des letzten Grundstrichs des geschriebenen Wortes, b der zugeordnete Punkt des Scheinbildes, so ist a b die projicirte Grundlinie. Der Winkel, den sie mit dem letzten Grundstrich bildet, α, und β, der Winkel zwischen Zeile und Visirebenenschnittlinie, sind mit Leichtigkeit zu messen.

Personen, welche nicht willkürlich zu schielen vermögen, wurden dadurch zum Divergiren gebracht, dass sie,

nachdem sie ein Wort geschrieben hatten, einen entfernter liegenden Punkt zu fixiren hatten. Dies wurde in folgender Weise bewerkstelligt: Aus der Platte eines Tischchens war etwa in der Mitte ein Stück herausgesägt; das Loch wird überdeckt mit einer liniirten Glasplatte. Sobald der Schreibende ein Wort darauf geschrieben hat, schaut er durch die Glasplatte nach einer auf dem Fussboden in der Richtung des geschriebenen Wortes liegenden Marke. Das Wort erscheint in gekreuzten Doppelbildern und das Scheinbild kann bezeichnet werden.

Zunächst ergab sich bei strengster grader Medianlage, dass das Scheinbild in der Zeile lag: bei Schiefschrift lag es niemals in der Zeile, welches der Fall sein müsste, wenn die Zeile in der Visirebene läge, sondern stets erschienen die Zeilen übereinander.

Die Visirebene schnitt also bei rechtsschiefer Schrift ausnahmslos die Zeile von links oben nach rechts unten. Der dabei gebildete Winkel, verschieden gross bei verschiedenen Personen und Heftlagen, war in Bezug auf die Deutung, die er von Schubert erfahren hat, zu prüfen.

Die ursprüngliche Behauptung vom Parallelismus zwischen Zeile und Grundlinie wurde von Schubert dahin modificirt, dass der Schreibende die Tendenz habe, die Zeile in die Visirebene zu bringen; ein Streben, welches aber wegen der Ungunst anderweitiger Verhältnisse nur eine Annäherung an das Ziel, nur eine Verkleinerung des Zeilenvisirebenenwinkels zur Folge habe. Ein derartiges Streben konnte nun in den erhaltenen Winkeln zwischen Zeile und Visirebenenschnittlinie niemals manifestirt gefunden werden. Sie zeigten eine mit wachsendem Zeilenpultrandwinkel wachsende Grösse, wenigstens in den Fällen, wo die stärkere Schieflage des Heftes zugleich eine schiefere Schriftrichtung (Verkleinerung des Grundstrich-Zeilenwinkels) hervorrief.

Die Zeile wurde auch dann nicht in die Visirebene aufgenommen, wenn die Bedingungen dazu die günstigsten waren.

So wird bei Rechtslage des Heftes die Distanz der Zeilen-Doppelbilder um so kleiner, je weiter das Heft nach rechts liegt, aber eine Verschmelzung beider findet nicht statt, auch nicht, wenn das Heft in einer Entfernung von Armeslänge nach rechts liegt.

Ebenso nimmt bei schiefer Medianlage der Höhenabstand der Doppelbilder um so mehr ab, je mehr sich die Schieflage der Gradlage annähert, doch er verschwindet nicht, auch nicht, wenn man den Zeilenpultrandwinkel auf 5° verkleinert.

Dass daran nicht etwelche Schwierigkeiten, die Zeile in die Visirebene aufzunehmen, Schuld sind, davon kann man sich auf's Leichteste durch den Versuch überzeugen.

Wenn man bei mässig ansteigender Zeile (Zeilen-Pultrandwinkel 5 bis 10 bis 20°) ein Wort geschrieben hat und lässt dann die Augen divergiren, so kreuzt die Verbindungslinie der Doppelbilder die Zeile von links oben nach rechts unten: nun gelingt es durch eine leichte, durchaus bequeme Neigung des Kopfes nach links, das Scheinbild auf die Zeile zu verlegen, d. h. die Visirebene in die Zeilenrichtung zu bringen.

Wenn nun die Coincidenz zwischen Zeile und Visirebene nicht eintritt, obgleich sie ohne jede Beschwerde erreicht werden könnte, so darf wohl geschlossen werden, dass ein Streben nach derselben nicht vorhanden ist.

II.

Die Bewegungen, mit welchen die Augen die entstehenden Schriftzüge begleiten, beobachtete Schubert direct an schreibenden Kindern, regelmässig, wenn die Buchstabenhöhe 1 cm übertraf, während sie bei erheblich kleineren vermisst wurde. Bei Erwachsenen mit fertiger Handschrift hält er den Verfolg des Buchstabens mit den Augen nicht für wahrscheinlich. Die Messung der Grösse

dieser Bewegungen findet er wünschenswerth, um festzustellen, ob die Blickbewegung dem Buchstaben seiner ganzen Länge nach folgt. Die Schubert'sche Methode ist für die Beobachtung kleiner oder sehr schnell erfolgender Bewegungen nicht geeignet.

Herr Professor Berlin sprach nun den Gedanken aus, dass man diese Bewegungen sichtbar machen und vielleicht messen könne, wenn man auf der Mitte der Hornhaut, in der Verlängerung der Augenaxe, einen leichten Stift befestigte, welcher die Bewegungen des Auges mitmachen, sie im Verhältniss zu seiner Länge vergrössern und eventuell aufzeichnen würde.

Das eine Auge der Versuchsperson wurde gut cocainisirt, bis es für Berührung unempfindlich war. Auf die Hornhaut desselben wurde ein ihr analog gekrümmtes und ihr an Grösse gleiches Elfenbeinschälchen gesetzt, welches in der Mitte seiner vorderen, convexen Fläche und senkrecht zu ihr eine etwa 6 cm lange Borste trug. Schälchen und Borste wurden mittelst Wachs oder Siegellack mit einander verbunden. Die Einsetzung des kleinen Apparates geschah wie die eines künstlichen Auges. Das Schälchen haftete ungeachtet seines Gewichts ($^1/_6$ gr inclusive Borste und Siegellack), ohne zu verrutschen, fest auf der Hornhaut. Eine Verschiebung gegen dieselbe durch die Lider fand nur bei extremen Augenbewegungen statt, während bei Bewegungen, die sich in mässigen Grenzen hielten, das Schälchen sich, Dank der Erweiterung der Lidspalte durch das Cocain, gegen die Hornhaut nicht verschob, sondern, wie vorläufige Versuche zeigten, die Bewegungen des Augapfels ungehindert und prompt mitmachte. Die Borstenspitze zeigte demnach entsprechend der Borstenlänge von 6 cm die Excursionen des Hornhautmittelpunktes in einer etwas über 5fachen Vergrösserung. (Nehmen wir an, dass der Drehpunkt des Auges bei der Versuchsperson 14 mm hinter der Hornhautmitte lag, so verhielten sich bei Bewegungen des Auges die Excursionen

der Hornhautmitte zu derjenigen der Borstenspitze wie 14 : 14 + 60; also wie 1 : 5,285.)

Wenn nun die Versuchsperson langsam schrieb, so sah man bei der Betrachtung von der Seite her die Borstenspitze dann und wann deutliche Auf- und Abwärtsbewegungen machen; sie ruhte eine Weile, um dann wieder einen Ausschlag in verticaler Richtung zu geben. Dies Auf- und Abgehen ereignete sich immer zu der Zeit, wenn ein langer Buchstabe geschrieben wurde. In gleicher Weise zeigte sich, wenn mit gewöhnlicher Schnelligkeit geschrieben wurde, entsprechend den langen Buchstaben eine Aufwärts- und Abwärtsbewegung. Sie waren am besten zu beobachten, wenn man die schwarze Borstenspitze auf ein dahinter gehaltenes weisses Blatt Papier projicirte; die Excursionen waren indessen zu schnell, um ihre Grösse an der auf dem Blatte angebrachten Liniatur zu messen. Vergrössert liessen sich die Bewegungen zur Anschauung bringen, wenn man die Borste in einem grossen Hohlspiegel betrachtete.

Der Versuch, dieselbe ihre Bewegungen auf die concave Seite eines berussten Uhrglases aufschreiben zu lassen, misslang. Eine dünne biegsame Borste schwankte zu stark, eine steife schmiegte sich der zu beschreibenden Fläche nicht an und berührte sie nur ruckweise federnd, so dass man keine fortlaufende Linie erhielt.

Um die Bewegungen des Auges noch stärker zu vergrössern und noch deutlicher sichtbar zu machen, wurde statt der Borste ein kleiner Hohlspiegel (Stückchen eines Augenspiegels von etwa 10 Zoll Brennweite) auf der Mitte der Schale befestigt. Wird der Spiegel im übrigens verdunkelten Zimmer durch eine Lampe beleuchtet, so kann man das kleine Reflexbild auf einem Stück Papier auffangen und auf demselben bei Bewegungen des Auges hin und herlaufen sehen. Bei zweckmässiger Stellung der Lichtquelle nach unten und seitwärts von dem spiegeltragendem Auge des Schreibenden kann man

den Lichtreflex auf die Schreibfläche werfen. Er blieb genügend deutlich, wenn eine zweite Lampe das zum Schreiben nöthige Licht auf das Papier warf.

Um zunächst festzustellen, ob das Elfenbein-Schälchen die Bewegungen der Augen auch genau mitmache, musste die Versuchsperson grosse Buchstaben malen, indem sie während des Schreibens fortwährend die Federspitze fixirte. Dann machte das Reflexbild sehr ausgiebige Excursionen nach oben und unten und nicht selten konnte ein controlirender Beobachter, welcher die gemalten Buchstaben nicht sah, aus dem Verlauf des Lichtreflexes erkennen, was für Buchstaben geschrieben worden waren.

Späterhin wurde in gewöhnlicher Weise geschrieben, jedoch langsam und mit grossen Buchstaben. Das der Zeile entsprechende Lichtbild war dann eine Linie, welche an den, den langen Buchstaben analogen Stellen deutliche Zacken aufwies.

Schliesslich für gewöhnliche Schreibweise und Schrift beschrieb der Lichtreflex eine hier und da von kleinen Höckern unterbrochene Linie.

Durch diesen Versuch konnten wir die Excursionen der Hornhautmitte beim Schreiben um das Zwanzig- bis Dreissigfache vergrössern und sie so in deutlichster Weise zur Anschauung bringen.

Die Herren Professoren Aubert und Berlin, in deren Gegenwart derartige Versuche stattfanden, überzeugten sich, wie ich mit ihrer Einwilligung mittheilen darf, ebenfalls davon, dass der Lichtreflex die beschriebenen Auf- und Abwärtsbewegungen machte.

Eine exacte Messung der Excursionen des Lichtbildchens war wegen der Schnelligkeit der Bewegung nicht möglich.

Wegen des häufig gezogenen Vergleichs zwischen den beim Schreiben und den beim Lesen stattfindenden Augenbewegungen wurden mit der erwähnten Vorrichtung endlich auch Beobachtungen beim Lesen angestellt. Dabei

bewegte sich das Lichtbild mit grosser Schnelligkeit in einer absolut graden Linie.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass beim Schreiben auch des Erwachsenen die Augen den langen Buchstaben noch bis zu einem gewissen Grade folgen, und nicht den Impuls zu ihrer Bewegung von der Richtung der Zeile erhalten.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Berlin, für die Anregung zu dieser Arbeit und die Unterstützung bei derselben auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.